

Adding water in plasma-aided coating process

Patent Number: DE19513097

Publication date: 1996-10-10

Inventor(s): ZOELLER ALFONS (DE); SCHNEIDER ROLAND (DE)

Applicant(s): LEYBOLD AG (DE)

Requested Patent: DE19513097

Application DE19951013097 19950407

Priority Number(s): DE19951013097 19950407

IPC Classification: C23C14/24; C23C14/06; C23C14/22; C03C17/09; C23C14/20

EC Classification: C03C17/34D2, C23C14/00F, C23C14/08H, C23C14/10,

Equivalents:

Abstract

The method concerns coating of substrates (5, 5', 5", ...) in a vacuum chamber (4) with a substrate carrier (12), means for generating coating materials from a gas phase, means for producing a plasma cloud, and pipes (19, 26) for delivery of gases. The pipe (26) for delivery of a reactive gas or a gas mixture also contains water which is partially ionised and/or partially dissociated. The resultant layers on substrates have reduced stresses and a high elasticity. Also claimed is an appr. which characterised by the presence of at least one additional pipe (26) which leads into the process chamber, is provided with a flow control unit and is connected to a water tank (34).

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 195 13 097 A 1

2e P 15279
⑯ Int. Cl. 6:

C 23 C 14/24
C 23 C 14/06
C 23 C 14/22
C 03 C 17/09
C 23 C 14/20

⑯ Anmelder:
Leybold AG, 63450 Hanau, DE

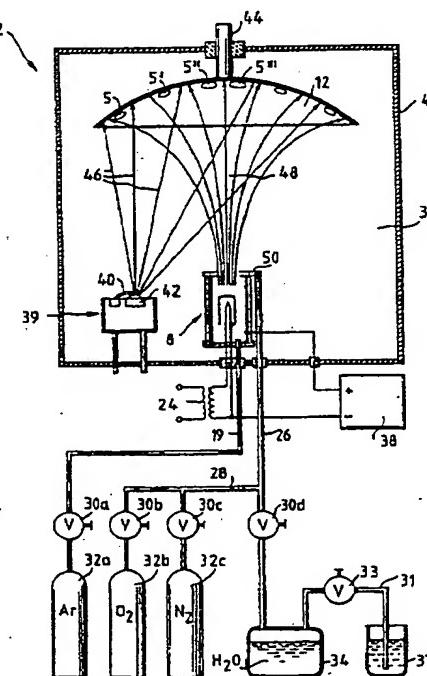
⑯ Erfinder:
Zöller, Alfons, 63628 Bad Soden-Salmünster, DE;
Schneider, Roland, 63450 Hanau, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 42 31 779 C1
DE 42 31 778 C1
DE 42 39 511 A1
DE 41 28 547 A1
DE 40 26 367 A1
DE 40 20 158 A1
US 46 86 112

⑯ Verfahren und Vorrichtung für die H₂O-Zugabe beim plasmaunterstützten Beschichtungsprozeß

⑯ Bei der Erfindung werden mittels eines vakuumgestützten reaktiven Plasmebeschichtungsverfahrens optisch wirkende Schichten, wie zum Beispiel SiO₂, Ta₂O₅, TiO₂, ZrO₂ auf die Grenzflächen optischer Bauelemente aufgetragen. Die einzelnen Beschichtungswerkstoffe werden mittels einer Elektronenstrahlverdampfervorrichtung als verdampftes Material zusammen mit einem Prozeßgas, vorzugsweise O₂, in eine Prozeßkammer (3) eingebracht. Über eine Rohrleitung (26) strömen in das Plasmavolumen Reaktionsgase, denen Wasser aus einem Wasserreservoir (34) über ein Gaseinlaßventil (30d) in regelbaren Mengen beimischbar ist. Das in eine Plasmawolke (48) einströmende Wasser wird teilweise ionisiert und/oder teilweise dissoziert und als Bestandteil mit in die auf dem Substrat (5, 5', 5'', ..., 51) aufwachsenden Schichten (53-59), vorzugsweise in SiO₂-Schichten (58) eingelagert. Die Wasserbeimischung bewirkt eine Unterdrückung der Ausbildung sogenannter Grauschleier-Bereiche auf den Substratoberflächen sowie eine Verringerung von Schichtspannungen. Darüber hinaus weisen die darunter hergestellten SiO₂-Schichten eine höhere Härte als die ohne Wasserzufuhr erzeugten SiO₂-Schichten auf. Mittels des Gaseinlaßventils (30d) wird der Wasserpartialdruck in der Prozeßkammer (3) auf einen Druck zwischen 5·10⁻⁵ mbar und 5·10⁻⁴ mbar, vorzugsweise von 2-3·10⁻⁴ mbar eingestellt. Eine effektive Wasserbeimischung in den plasmaktivierten Prozeßkammerbereich wird durch die gemeinsam ...



DE 195 13 097 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingeschickten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 041/398

10/28

DE 195 13 097 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 4 und ein Schichtensystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Die Beschichtung optisch wirkender Bauelemente, wie zum Beispiel Linsen, Filter oder Spiegel mittels eines plasmaunterstützten Aufdampfprozesses ist bekannt. Bei den mit diesen Verfahren auf die Substrate aufgetragenen Schichten handelt es sich häufig um haftvermittelnde, vor mechanischen Einwirkungen schützende bzw. entspiegelnde Schichten. Diese Schichten bestehen zum Beispiel aus Siliziumoxyd, Tantaloxyd oder auch Aluminiumoxydverbindungen. Die Beschichtung der Substrate erfolgt unter Vakuumbedingungen in einer Beschichtungskammer, wobei das Beschichtungsgut, zum Beispiel SiO₂-Granulat, nach thermischer Verdampfung in einem Plasmaentladungsraum teilweise ionisiert und/oder dissoziiert wird und, einem elektrischen Potentialgefälle folgend, auf den Substraten schichtbildend abgeschieden wird. Bei den derartig hergestellten Schichten ergibt sich oft das Problem, daß die beschichteten Oberflächen sogenannte Grauschleierbereiche aufweisen, die von der übrigen Beschichtungsfläche abweichende Reflexionsgrade aufweisen, was insbesondere bei beschichteten Linsen mit starker Krümmung zu Ringbereichen mit ausgeprägter Grauschleierausbildung geringerer Reflektivität führt.

Problematisch ist weiterhin, daß die derartig beschichteten Substrate Schichtspannungen im oberflächennahen Bereich aufbauen, durch welche insbesondere dünnwandige Substrate über ihre Beschichtungsfläche verbogen werden, was nachteilig für die optischen, insbesondere lichtbrechenden, Eigenschaften dieser Substrate ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Beschichtungsverfahren anzugeben, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens und ein Schichtensystem zu schaffen, mit welchen optisch wirkende bzw. schützende Schichten für optische Bauelemente herstellbar sind und - wobei die oben genannten Nachteile vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gelöst, bei dem bzw. bei der eine Einrichtung zur Erzeugung einer Plasmawolke, eine Vorrichtung zur Verdampfung des Beschichtungsgutes sowie Rohrleitungen zum Einlaß eines Glimmentladungsgases, eines Reaktivgases und mindestens eine Leitung zum geregelten Einlaß von Wasser in die Beschichtungskammer während des Beschichtungsprozesses vorgesehen ist. Mittels einer Durchflußregelvorrichtung wird der Wasserpartialdruck in der Beschichtungskammer während des Beschichtungsprozesses erfindungsgemäß in einem Druckbereich von $1 \cdot 10^{-5}$ mbar bis $1 \cdot 10^{-3}$ mbar, vorzugsweise zwischen $5 \cdot 10^{-5}$ mbar und $5 \cdot 10^{-4}$ mbar, eingeregelt.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht darin, daß bei den unter einem erfindungsgemäßen Wasserpartialdruck die aus Silizium-, Tantal- und/oder Aluminiumoxydverbindung bestehende Schicht keine mit einem Grauschleier bedeckte Beschichtungsbereiche aufweisen und daß auch bei beschichteten Linsen mit starker Krümmung die Beschichtung über die gesamte Beschichtungsfläche homogen erfolgt.

Überraschenderweise bewirkt der erfindungsgemäße Einlaß von Wasser in den Plasmaentladungsraum auch, daß schichtinduzierte Spannungen vorteilhaft unterdrückt werden und SiO₂-Schichten zudem vorteilhaft eine erfindungsgemäß höhere Härte besitzen.

Weiterhin hat sich gezeigt, daß die unter Wasserbeigabe auf ein Substrat aufgetragenen Schichten eine höhere Temperaturbeständigkeit und Haftung in Salzwasserkochtests aufweisen. In sogenannten Salzwasserkochtests werden die beschichteten Substrate in eine kochende Salzlösung getaucht und danach jeweils in kaltem Wasser abgeschreckt. Bei den unter Zugabe von Wasser beschichteten Substraten ergibt sich nachweislich eine höhere Haftung einer Siliziumoxyd- bzw. Siliziumdioxydschicht als bei den nach herkömmlichen Verfahren hergestellten Beschichtungen.

Eine erfindungsgemäß hergestellte Schicht besteht zum Beispiel aus einem 3-lagigen Schichtensystem, das eine haftvermittelnde Schicht, eine vor mechanischer Einwirkung schützende und eine entspiegelnde Schicht bzw. Schichtenfolge aufweist. Die haftvermittelnde Schicht besteht aus einer Siliziumoxydverbindung, vorzugsweise SiO, und wird unmittelbar auf das Glas- oder Kunststoffsubstrat durch thermisches Verdampfen einer Siliziumverbindung z. B. von Siliziummonoxyd mit Plasmaunterstützung auf dem Substrat schichtbildend abgeschieden. Die im Anschluß auf die haftvermittelnde Schicht aufgetragene und als Kratzschutz dienende SiO₂-Schicht wird dann unter Zugabe von Wasser auf dem Substrat aufgebaut, wobei zur Vermeidung von optischer Schichtabsorption molekulares Reaktivgas, z. B. O₂, zugebbar ist.

Der Schichtaufbau der aus mehreren Oxydschichten bestehenden Entspiegelungsschicht kann ebenfalls unter Wasserzugabe erfolgen, vorzugsweise, wie bei der haftvermittelnden Schicht und der vor Kratzeinwirkung schützenden Schicht, bei einem H₂O-Vakuumkammerpartialdruck von $2 - 3 \cdot 10^{-5}$ mbar.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht in der Zufuhr des Reaktivgases wie auch des Wassers direkt in den plasmanahen Entladungsbereich. Das Reaktivgas strömt hierzu durch eine, von Atmosphärendruckumgebung in die Vakuumkammer führende Rohrleitung, die vakuumseitig als konzentrisch um die Plasmaquelle angeordnete und Auslaßdüsen aufweisende Ringleitung ausgebildet ist. Das aus den Auslaßdüsen in die Nähe der Katode der Plasmaquelle herangeführte Reaktivgas wird vorzugsweise über der Plasmakatode, insbesondere einer indirekt erwärmten LaB₆-Katode, ionisiert, wodurch die Ionisationsdichte und die Effektivität der Plasmaentladung erhöht ist.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Die Erfindung läßt verschiedene Ausführungsformen zu, von denen besonders vorteilhafte in den Fig. 1 bis 4 dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Plasmabeschichtungsprozesses für die Erzeugung von dünnen Schichten,

Fig. 2 eine schematische Darstellung in vergrößerter Ansicht einer Plasmaquelle mit einer Prozeßgaszufüh-

rung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 einen Schichtenaufbau auf einem Substrat,

Fig. 4a eine lichtmikroskopische Aufnahme der Oberfläche einer konventionell hergestellten Schicht in 100-facher Vergrößerung,

Fig. 4b eine lichtmikroskopische Aufnahme der Oberfläche einer erfindungsgemäß hergestellten Schicht in 100-facher Vergrößerung.

Die Ausführungsform einer Beschichtungseinrichtung 2 zur Herstellung des in Fig. 3 dargestellten Schichtensystems umfaßt im wesentlichen eine Standard-Vakuumanlage mit einem evakuierbaren Rezipienten 4, einen Elektronenstrahlverdampfer 39, eine Plasmaquelle 8 und einen gegenüber der Plasmaquelle 8 angeordneten Substrathalter 12. Zum Aufdampfen des in einem Napf 42 der Elektronenstrahlverdampfervorrichtung 39 befindlichen Beschichtungsguts wird dieses durch Einwirkung eines Elektronenstrahls 40 erwärmt, wodurch das Beschichtungsgut aus dem Napf 42 in den oberen Halbraum des Rezipienten 4 in Richtung des Substrathalters 12 abdampft. Auf seinem Weg zu den in dem Substrathalter 12 fixierten und zu beschichtenden Substraten 5, 5', 5'', ... durchquert das abgedampfte Material 46 eine Plasmawolke 48. Die Plasmawolke 48 bildet ein Glimmladungs-Plasma, welches unter Zufuhr von Edelgas, vorzugsweise Argon, über eine Rohrleitung 19 der Plasmaquelle 8 mittels der Elektronen emittierenden LaB₆-Katode erzeugt und in einem zwischen der Plasmaquelle 8 und dem Substrathalter 12 erzeugten Selbstbiaspotential aufrechterhalten wird. Vor dem kuppelförmigen Substrathalter 12 dehnt sich eine kuppelförmige Plasmarandschicht aus. Das negative Potential des Substrathalters 12, relativ zum Plasma 48, beschleunigt die in der Plasmawolke 48 ionisierten und/oder dissozierten Gasteilchen 46, welche zusammen mit den Edelgasionen auf die Substratoberflächen 5, 5', 5'', ... auftreffen und sich als Schicht abscheiden.

Zur Herstellung von Oxyd- bzw. Nitridhaltigen Schichten werden als reaktive Gase zum Beispiel O₂, N₂ über eine Leitung 28, 26 in die Prozeßkammer 3 eingelassen. Unter Plasmaeinwirkung werden diese Gase teilweise ionisiert bzw. dissoziiert und in die auf den Substraten 5, 5', 5'', ... aufwachsenden Schichten mit eingebaut. Weiterhin ist an die Leitung 26, durch ein Gaszuführregelventil 30d getrennt, ein Wasserreservoir 34 angeschlossen, so daß dem Reaktivgasgemisch Wasser beimischbar ist. Zum Nachfüllen des Wasserreservoirs wird dieses über eine Wasserleitung 31, in welche ein Absperrventil, z. B. ein Flüssigkeitsdurchlaufregler 33, eingesetzt ist, aus einem Vorratstank 37 aufgefüllt. Das zusammen mit dem Reaktivgas in das Plasmavolumen eingeleitete Wasser 34 nimmt an dem auf den Substraten 5, 5', 5'', ... stattfindenden Schichtwachstum teil und wird in die einzelnen Schichtlagen als Wassermolekül, aber vorzugsweise als Dissoziationsfragment mit eingebaut.

Mittels der in den Rohrleitungen 19, 26 und 28 eingesetzten Gasabsperrventile 30a—30d ist der Partialdruck der einzelnen Gaskomponenten in der Prozeßkammer 3 einstellbar, wobei der Wasserpartialdruck auf einen Druckwert zwischen 5·10⁻⁵ mbar und 5·10⁻⁵ mbar, typischerweise von 2—3·10⁻⁵ mbar, eingestellt wird. Um eine gleichmäßige Beschichtung der Substrate 5, 5', 5'', ... zu erzielen, kann der Substrathalter 12 über eine Welle 44 gedreht werden.

Ein mit der Beschichtungsvorrichtung 2 hergestelltes, in Fig. 3 dargestelltes Schichtensystem besteht aus einer auf dem Substrat 51 aufgebrachten SiO-Schicht 59, die eine Dicke von einer Molekularlage bis zu 20 nm aufweist. Die SiO-Schicht 59 dient dazu, eine bessere Haftung einer Schutzschicht 58 mit einer Dicke von bis zu 3 µm zu bewirken.

Die Schutzschicht 58 enthält sowohl Bestandteile von SiO₂ als auch von Wasser. Mit der SiO₂ enthaltenden Schicht 58 wird der Abriebwiderstand des Kunststoffsubstrats 51 erheblich verbessert, d. h. erhöht. So besitzt z. B. das aus dem Kunststoff Cr 39 bestehende Substrat 51 eine Härte von ca. 180 N/mm² bis 200 N/mm². Eine erfindungsgemäß unter Wasserzusatz aufgebrachte SiO₂-Schicht weist die in Tabelle 1 aufgelisteten physikalischen Eigenschaften auf. Die Dicke der SiO₂-Schichten beträgt bei den in Tabelle 1 aufgeföhrten Meßwerten 3 µm.

Tabelle 1

	Härte (N/mm ²)	Druck- spannung (10 ⁸ N/mm ²)	Trans- mission (a.u.) bei 3400 cm ⁻¹ (OH Schwin- gung)	Bre- chungs- index
reines Ar Plasma	6400	4,5	33	1,47
mit H ₂ O Zusatzgas	6600	3,3	38	1,46

Die SiO₂-Schicht wurde bei einem Entladestrom von ca. 40 Ampere, einer Entladespannung von ca. 100 V und einem Argonfluß von 8 sccm in einer Schichtdicke von ca. 3000 nm hergestellt.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, besitzt eine unter Zusatz von Wasser hergestellte SiO₂-Schicht vorteilhaft eine größere Härte als eine konventionell ohne Wasserzusatz erzeugte SiO₂-Schicht und eine kleinere Druckspannung als eine konventionell hergestellte SiO₂-Schicht.

Auf der Kratzschicht 58 befindet sich eine Schichtenkombination aus 5 weiteren Schichten 53–57, die ausschließlich dem Zweck der Reflexreduzierung dienen. Diese Schichten bestehen, beginnend mit der auf der SiO₂-Kratzschicht 58 aufliegenden Schicht 57 aus Ta₂O₅, SiO₂, Ta₂O₅ und einer Deckschicht 53 aus SiO₂. Die Schichtdicken der Schichten 53–57 werden je nach gewünschter Optimierung des wellenlängenabhängigen Antireflexverhaltens als $\lambda/4$ bzw. $\lambda/2$ -Schichten hergestellt und besitzen typische Dicken von 10 nm bis 100 nm.

Anstatt der Ta₂O₅-Schichten sind auch TiO₂- bzw. ZrO₂-Schichten vorgesehen.

Das lichtmikroskopische Relief einer nach einem konventionellem Beschichtungsverfahren hergestellten SiO₂-Schicht ist in Fig. 4a dargestellt. Die derartig hergestellte SiO₂-Schicht weist eine faserartige, grobe Verteilung von orientierungsfreien Streubereichen, sogenannten Grauschleier-Bereichen auf, wohingegen grauschleierfreie Bereiche erfahrungsgemäß hergestellter Schichten in der Abb. 4b wiedergegeben sind. Bei den grauschleierfreien Bereichen tritt vorteilhaft keine Streuung der auf die beschichteten Substrate einfallenden Lichtstrahlen auf, wodurch diese Substrate ein homogeneres Reflexionsverhalten aufweisen.

Bezugszeichenliste

- 20 2 Beschichtungseinrichtung
- 3 Prozeßkammer
- 4 Vakuumkammer, Rezipient
- 5, 5', 5'', ... Substrate
- 25 8 Plasmaquelle
- 12 Substratträger
- 19 Gaseinlaßstutzen
- 24 Energieversorgung
- 26 Rohrleitung
- 30 28 Rohrleitung
- 30a–30d Gaszuführregelventil
- 31 Wasserleitung
- 32a–32c Gasreservoir
- 33 Flüssigkeitsdurchlaufregler
- 35 37 Wassertank
- 38 Gleichstromquelle
- 39 Verdampfer-, Elektronenstrahlverdampfereinrichtung
- 40 Elektronenstrahl
- 42 Napf
- 45 46 Beschichtungsgut, -material
- 48 Plasmawolke
- 50 Ringleitung
- 52, 52', 52'' ... Auslaßöffnung

Patentansprüche

- 45 1. Verfahren zum Beschichten von Substraten (5, 5', 5'', ...) in einer Vakuumkammer (4) mit einem in dieser angeordneten Substratträger (12) und eine Vorrichtung zur Erzeugung von auf den Substraten (5, 5', 5'', ...) abzuscheidenden Schichtmaterialien aus der Gasphase und Mittel (8, 14, 22, 24, 38) zur Erzeugung einer Plasmawolke mittels einer Glimmentladung und mit mindestens einem Gaseinlaßstutzen (19) für die Zufuhr eines Gases, vorzugsweise eines Edelgases als Glimmentladungsgas und mindestens einer weiteren, in die Prozeßkammer (3) einmündenden Rohrleitung (26) zum Einlaß eines Reaktivgases oder eines Reaktivgasgemisches, wobei das Reaktivgas bzw. das Reaktivgasgemisch Wasser (34) enthält, welches in Folge Plasmainwirkung teilweise ionisiert und/oder teilweise dissoziiert wird und wobei die derartig entstehenden Reaktionsprodukte auf den Substraten (5, 5', 5'', ...) als Schichten (53, 55, 56, 57, 58, 59) abgeschieden werden, wodurch Schichtspannungen und der Flächenanteil der Streulicht induzierenden Schichtbereiche verringert und die Schichtelastizität erhöht werden.
- 50 2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine in der Prozeßkammer (4) angeordnete Verdampfereinrichtung (39), vorzugsweise einen Elektronenstrahlverdampfer (39) oder einen Widerstandsverdampfer mit einem das Beschichtungsgut aufnehmenden Napf (42), in welchem das zu verdampfende Material (46) erwärmt wird und aus der Gasphase auf die Substrate (5, 5', 5'', ...) aufbringbar ist, wobei das verdampfte Material (46) durch Wechselwirkung mit einer, Wasser als Reaktivgas enthaltenden Plasmawolke (48) teilweise ionisiert und/oder teilweise dissoziiert und auf den Substraten (5, 5', 5'', ...) unter Beteiligung der Wasserreaktionsprodukte schichtbildend abgeschieden wird.
- 55 3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserpartialdruck in der Prozeßkammer (3) im wesentlichen durch die über die Rohrleitung (26) zugeführte Wassermeng (34) mittels einer in der Rohrleitung (26) eingesetzten Durchflußregelvorrichtung (30d) in einem Druckbereich von $1 \cdot 10^{-5}$ mbar bis $1 \cdot 10^{-3}$ mbar, vorzugsweise von $5 \cdot 10^{-5}$ mbar bis $5 \cdot 10^{-4}$ mbar, eingestellt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung mindestens eines der Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, die im wesentlichen eine Vakuumkammer (4) mit einem in dieser angeordneten Substraträger (12) und Mittel (8, 14, 22, 24, 38) zur Erzeugung einer Plasmawolke (48) umfaßt, wobei mindestens ein in die Vakuumkammer (4) mündender Einlaßstutzen (19) für die Zufuhr von Gasen, vorzugsweise Edelgasen zum Zünden und/oder Aufrechterhalten einer Plasmawolke (48) vorgesehen ist, gekennzeichnet durch mindestens eine weitere, in die Prozeßkammer (3) einmündende Rohrleitung (26) zum Einlaß eines Reaktivgases, wobei dem Reaktivgas Wasser aus einem mit der Leitung (26) einlaßseitig verbundenen Wasserreservoir (34) über eine Durchflußregelvorrichtung (30d) in regelbaren Mengen beimischbar ist, wodurch der Wasserpartialdruck in der Prozeßkammer (3) auf einen Druckwert zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ mbar und $1 \cdot 10^{-3}$ mbar, vorzugsweise zwischen $5 \cdot 10^{-5}$ mbar und $5 \cdot 10^{-4}$ mbar, einstellbar ist. 5
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung (26) vakuumseitig in eine, in den Glimmentladungsbereich hineinragende Ringleitung (50) mündet, die auf ihrer Innenseite Auslaßöffnungen (52, 52', 52'', ...) aufweist, wodurch das über die Rohrleitung (26) zugeführte Reaktivgas (32a, 32b, 32c, 34) gezielt in den Glimmentladungsbereich einströmbar ist und daß in die Rohrleitung (26) ein zwischen einem Wasserreservoir (34) und der Prozeßkammer (3) angeordnete Gasdurchflußregelvorrichtung (30d) eingesetzt ist, mit welcher die Wasserzufluhr in die Prozeßkammer (3) und dadurch der Wasserpartialdruck in der Prozeßkammer (3), vorzugsweise in Abhängigkeit der die Glimmentladung charakterisierenden Entladungsparameter, insbesondere des Entladungsstroms und der Entladungsspannung, einstellbar ist. 10 15
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 und/oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß in die Rohrleitung (26) ein die Gasauslaßventile (30b, 30c) der Reaktivgas enthaltenden Behälter (32a, 32b, 32c) verbindende, gemeinsame Rohrleitung (28) mündet, wobei mittels der Auslaßventile (30b, 30c) der Gasmengenfluß der einzelnen Reaktivgase in die Prozeßkammer (3), vorzugsweise von Sauerstoff und/oder Stickstoff, unabhängig voneinander regelbar ist. 20
7. Verwendung einer Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 6 zur Beschichtung von optischen Substraten, vorzugsweise bestehend aus Glas oder Kunststoff, insbesondere zur Beschichtung von optisch passiven und aktiven Bauelementen, vorzugsweise von optischen Linsen (51), Spiegeln, Filtern, Polarisatoren und Strahlteilern. 25
8. Schichtsystem, aufgetragen auf optisch wirkende Bauelemente, vorzugsweise optischen Linsen (51), Spiegeln und Filtern zum Schutz der Oberflächen der Bauelemente vor mechanischen Einwirkungen, insbesondere Kratzbeschädigungen und/oder zur Entspiegelung deren Grenzflächen, erhältlich dadurch, daß Schichten (53—59) mittels eines plasmagestützten, in einer Vakuumkammer (4) durchgeführten Be-dampfungsverfahren aufgetragen werden, wobei das Beschichtungsmaterial (46) mittels einer Verdampfervorrichtung (39), vorzugsweise einem Elektronenstrahlverdampfer (39) verdampft wird und das verdampfte Material (46) durch Plasmaeinwirkung in einer Plasmawolke (48) teilweise ionisiert und/oder teilweise dissoziiert wird und wobei der Plasmawolke (48) ein Reaktionsgas (32b, 32c), oder Reaktionsgasgemisch, vorzugsweise aus Sauerstoff und/oder Stickstoff, mit einem Wasseranteil (34) beigegeben wird, wobei der Wasserpartialdruck in der Beschichtungskammer (3) auf einen Druck zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ mbar und $1 \cdot 10^{-3}$ mbar mittels eines, in einer, das Reaktionsgas (32b, 32c, 34) in die Beschichtungskammer (3) einleitenden Rohrleitung (26), eingesetzten Mengendurchflußreglers (30d), einregelbar ist. 30 35
9. Schichtsystem nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch einen mindestens dreilagigen Schichtaufbau, wobei die erste Schichtlage (59) eine Haftschiht bildet, die unmittelbar auf dem Substrat (5, 51) aufgetragen ist und im wesentlichen aus SiO besteht, wobei auf die erste Schichtlage (59) eine im wesentlichen SiO₂ und H₂O oder H₂O-Dissoziationsprodukte enthaltende kratzfeste Hartschiht aufgetragen ist, auf der eine Antireflexschicht (53—57) ausgebildet ist, welche aus mindestens einer 2-lagigen Schichtenfolge (A, B) besteht, wobei deren einzelne Schichten jeweils aus Ta₂O₅ oder TiO₂ oder ZrO₂ besteht und wobei deren zweite Schicht (53, 56) im wesentlichen aus SiO₂ besteht und wobei die Schichten (53, 56) unter Zufuhr von Wasser (34) auf dem Substrat (51) aufgetragen sind. 40 45

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

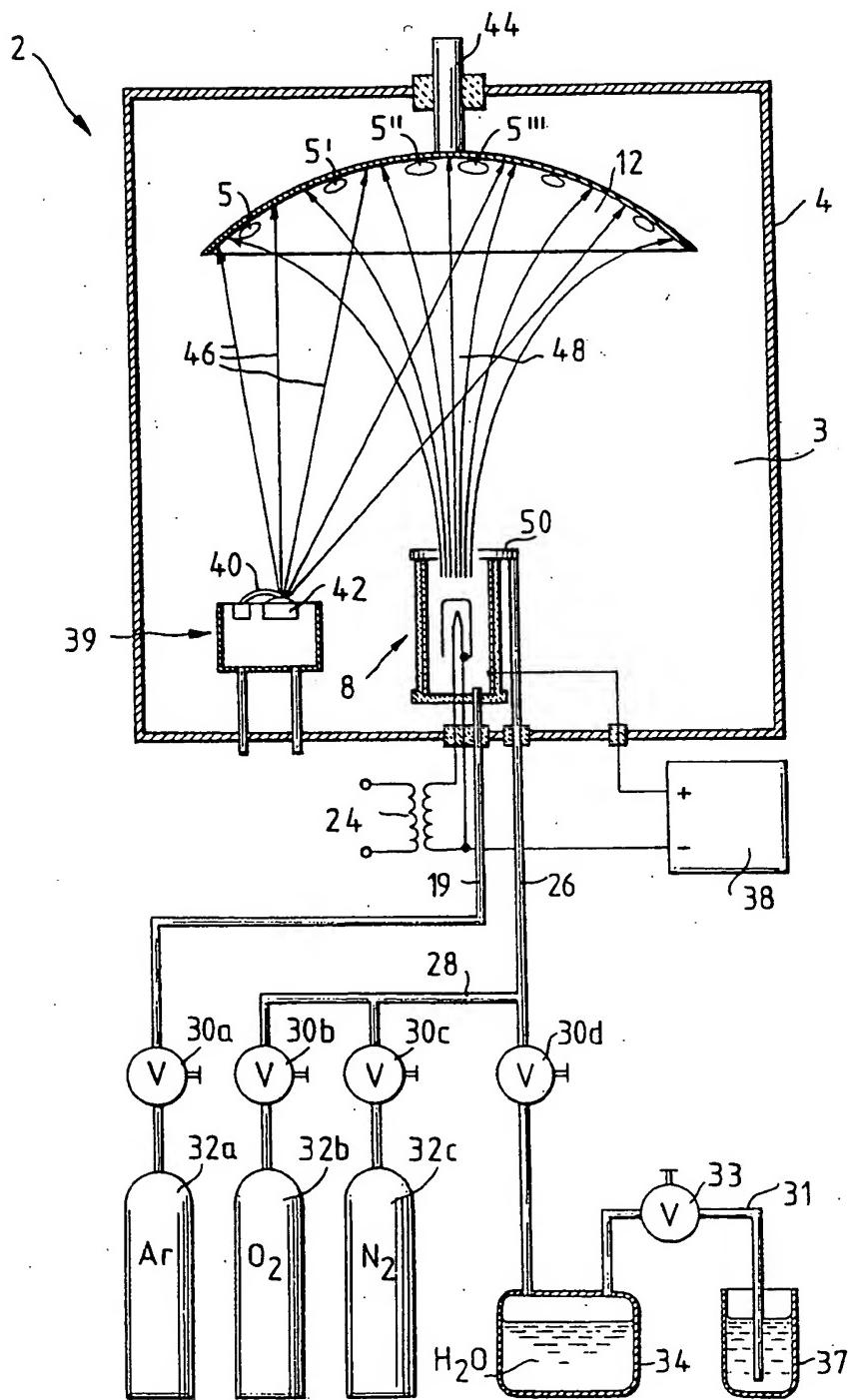
50

55

60

65

FIG.1



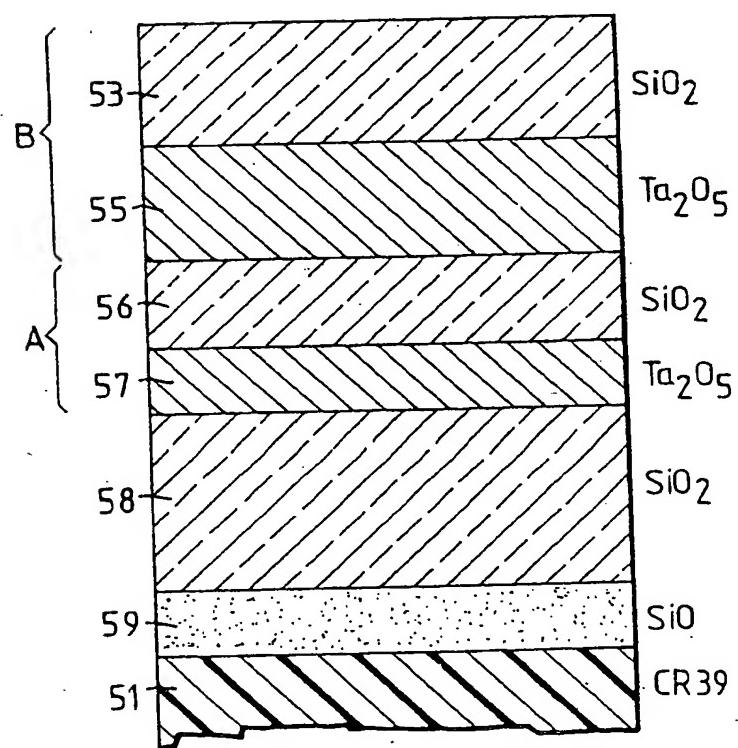
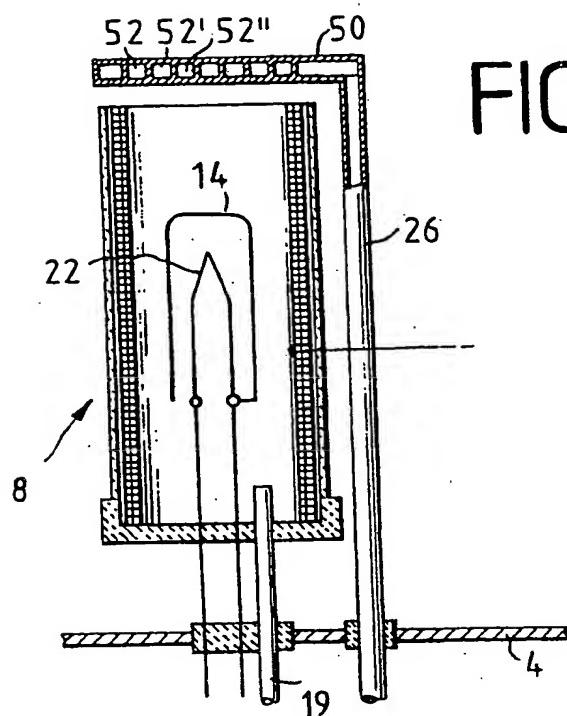


FIG.4a

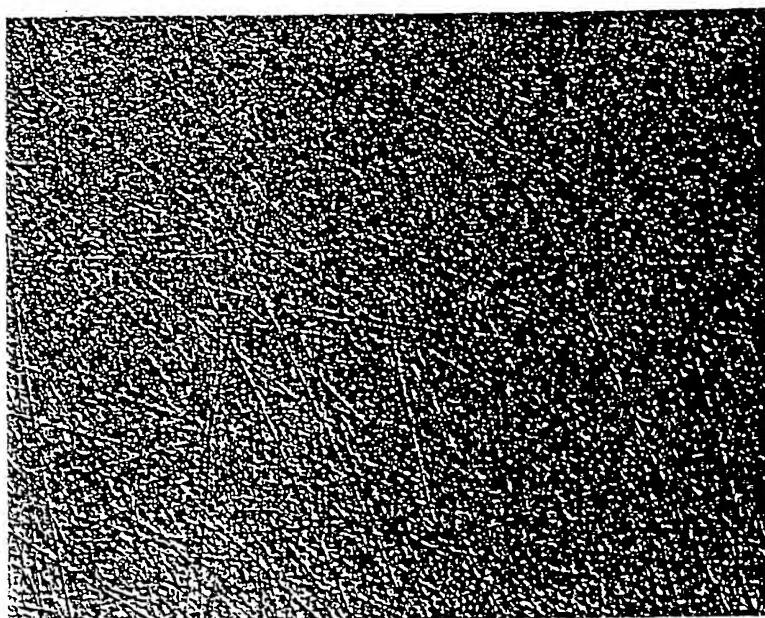


FIG.4b

